

## MEMS MILLIWAVE SWITCH

**Publication number:** JP2004201318

**Publication date:** 2004-07-15

**Inventor:** STOKES ROBERT B; KONG ALVIN M

**Applicant:** NORTHROP GRUMMAN CORP

**Classification:**

- international: **B81B3/00; H01H59/00; H01P1/12; B81B3/00; H01H59/00; H01P1/10; (IPC1-7): H01P1/12; B81B3/00; H01H59/00**

- european: H01H59/00B

**Application number:** JP20030417630 20031216

**Priority number(s):** US20020320926 20021216

**Also published as:**



EP1432000 (A1)

US6873223 (B2)

US2004113715 (A1)

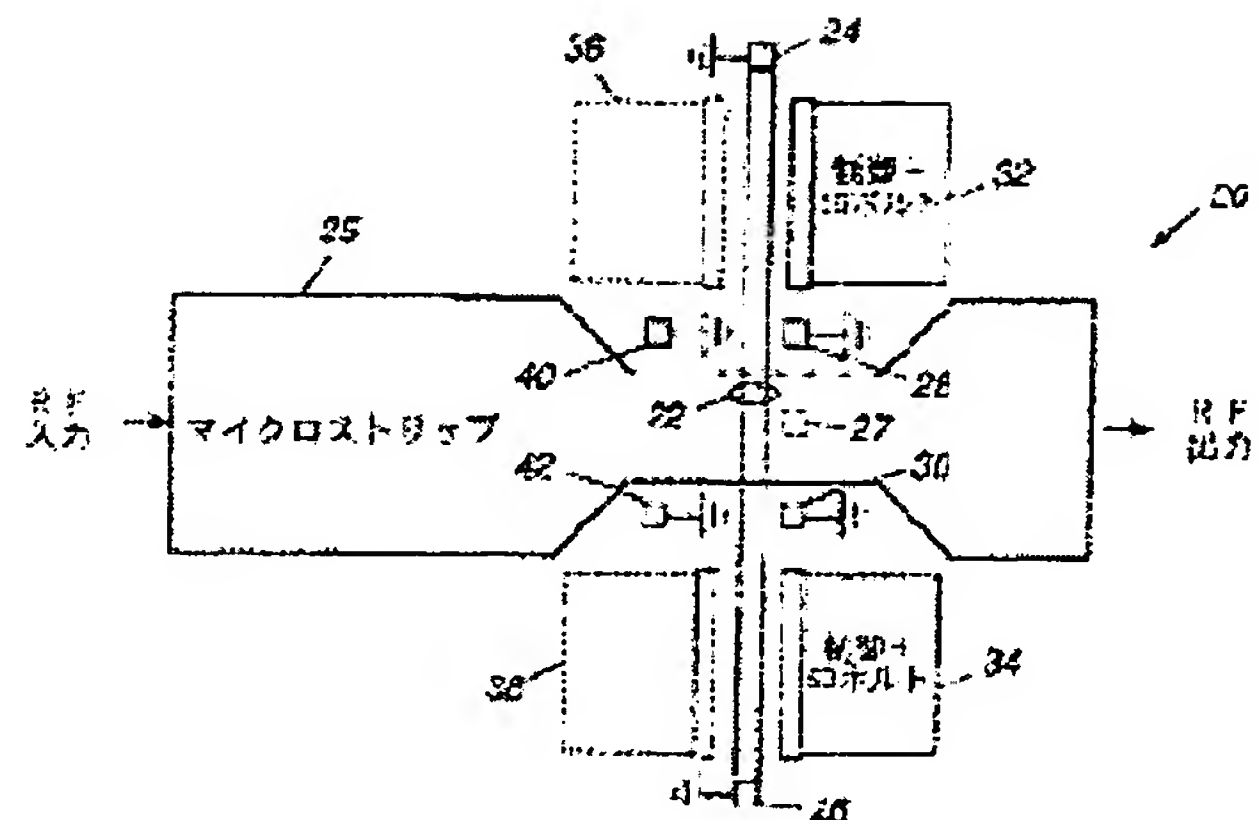
[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2004201318

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a milliwave switch improved in output processing capability to a known switch and is useful at a milliwave frequency and a frequency higher than the milliwave one.

**SOLUTION:** An RF switch can be used at the milliwave frequency and a frequency of 30 GHz or higher. In four embodiments of the invention, the RF switch is composed as an earth switch. In two of the earth switch embodiments, a plane air bridge is used and a transmission line and the length of the bridge between groundings are shortened by introducing a grounded stop. In other two, an elevated metal seesaw is included. In the embodiments, relatively low inductance is achieved by properly determining the size and position of a seesaw structure in a path shortened to the grounding. In the embodiment of a wide-band power switch, only a small portion of an air bridge is utilized to carry a signal. By a relatively short path length, the inductance and electric resistance are relatively low, RF output loss in the switch decreases, and RF output throughput in the switch increases.

**COPYRIGHT:** (C)2004,JPO&NCIP



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-201318

(P2004-201318A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 P 1/12

H 0 1 P 1/12

5 J 0 1 2

B 8 1 B 3/00

B 8 1 B 3/00

H 0 1 H 59/00

H 0 1 H 59/00

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-417630 (P2003-417630)  
(22) 出願日 平成15年12月16日 (2003.12.16)  
(31) 優先権主張番号 10/320926  
(32) 優先日 平成14年12月16日 (2002.12.16)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 502270453  
ノースロップ グラマン コーポレイション  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 90067、ロサンゼルス、センチュリー パーク イースト 1840  
(74) 代理人 100082005  
弁理士 熊倉 禎男  
(74) 代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭  
(74) 代理人 100074228  
弁理士 今城 俊夫  
(74) 代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

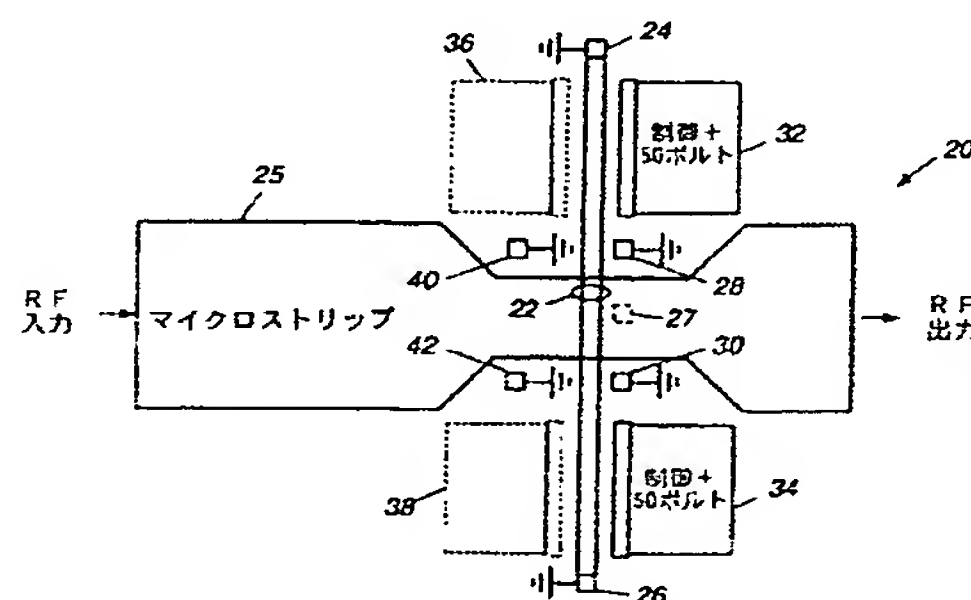
(54) 【発明の名称】 MEMS ミリ波スイッチ

(57) 【要約】

【課題】 ミリ波スイッチを提供する。

【解決手段】 ミリ波周波数及び30GHz又はそれ以上の高い周波数まで使用可能なRFスイッチ。本発明の4つの実施形態は、アーススイッチとして構成される。アーススイッチ実施形態のうちの2つは、平面エアブリッジを用い、接地されたストリップの導入により、伝送線及び接地間のブリッジの長さが短く構成される。他の2つのアーススイッチ実施形態は、高架金属シーソーを含む。これらの実施形態では、接地に対して短くされた経路には、シーソー構造の大きさ及び位置を適切に決めることにより比較的低いインダクタンスとなる。広帯域パワースwitchの実施形態は、信号を運ぶのにエアブリッジの小さな部分だけを利用する。比較的短いパス長により、インダクタンス及び電気抵抗は比較的 low、スイッチのRF出力損失が下がり、スイッチのRF出力処理能力を増大させる

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

伝送線と、  
該伝送線によって担持されたR F 接点と、  
該伝送線を接地するために選択的に接地されるようになっている1つ又はそれ以上の接地接点と、

静止位置では前記R F 接点及び前記1つ又はそれ以上の接地接点から間隔を空けて配置され、作動位置では該R F 接点及び該1つ又はそれ以上の接地接点と接触するように構成された、前記伝送線に隣接して形成された可撓性ビームと、

該伝送線に隣接して配置され、該ビームを前記作動位置まで撓ませるバイアス電圧を受けるようになっている1つ又はそれ以上の制御パッドと、

を含むことを特徴とする、ミリ波の用途に使用するための接地スイッチ。

**【請求項2】**

前記エアブリッジは、前記伝送線に対してほぼ横断方向に配置されている請求項1に記載の接地スイッチ。

**【請求項3】**

前記エアブリッジビームは、前記伝送線とほぼ平行に配置されている請求項1に記載の接地スイッチ。

**【請求項4】**

前記可撓性ビームは、前記伝送線に隣接して形成されたシーソーとして形成され、該シーソーは、端部ポストにしっかり取り付けられた各端部で対向するトーションバーを用いて形成され、これによって該シーソーが前記伝送線に対して回転することが可能になり、

該シーソーを回転させるバイアス電圧を受けることに適する複数の制御パッドが、該シーソーに隣接して配置される、

ことを特徴とする請求項1に記載の接地スイッチ。

**【請求項5】**

前記シーソーは、前記伝送線の上方に配置され、該伝送線の長手軸と垂直な軸の周りで回転するように構成されていることを特徴とする請求項4に記載の接地スイッチ。

**【請求項6】**

前記シーソーは、マイクロストリップ伝送線の上方に配置され、該伝送線の長手軸と平行な軸の周りで回転するように構成されることを特徴とする請求項4に記載の接地スイッチ。

**【請求項7】**

各々が1つ又はそれ以上の入力端子を含む1つ又はそれ以上の入力R F 伝送線と、

各々が1つ又はそれ以上の出力端子を含む1つ又はそれ以上の出力伝送線と、

前記入力及び出力伝送線の上に形成され、撓んだ位置で前記1つ又はそれ以上の入力及び出力端子のうちの様々な端子と接触するように構成された1つ又はそれ以上の可撓性エアブリッジビームと、

該ビームに隣接して配置された、バイアス電圧を受けるのに適する1つ又はそれ以上の制御パッドと、

を含むことを特徴とする広帯域パワースイッチ。

**【請求項8】**

1つの入力伝送線及び2つの出力伝送線で構成されて単極双投スイッチを形成することを特徴とする請求項7に記載の広帯域パワースイッチ

**【請求項9】**

前記伝送線は、マイクロストリップ伝送線であることを特徴とする請求項1に記載の接地スイッチ。

**【請求項10】**

前記伝送線は、実質的に一平面内に設けられた伝送線であることを特徴とする請求項1に記載の接地スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ミリ波スイッチ、より詳細には、超小型電子機械システム(MEMS)技術を用いる製作に適し、公知のスイッチに対して出力処理能力が向上した、ミリ波周波数及びそれよりも高い周波数で有用なミリ波スイッチに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

RFスイッチは、広範囲の用途で使用される。例えば、このようなRFスイッチは、可変RF移相器、RF信号スイッチングアレー、切換可能同調素子、及び電圧制御発振器の帯域スイッチングに使用されていることが公知である。RFスイッチの大きさ及び重量を減らすために、超小型電子機械システム(MEMS)技術を利用してそのようなスイッチを製作することが以前から知られていた。そのようなRFスイッチの例は、本明細書において引用により組み込まれる、本出願人所有の米国特許第6,218,911号に開示されている。そこに開示されたRFスイッチは、比較的平行に間隔を空けて配置された一対の金属トレースを含む。エアブリッジ金属ビームが、平行に間隔を空けて配置された金属トレース間に配置される。

## 【0003】

エアブリッジを撓ませて金属トレースの1つと接触させるために、静電力が使用される。中央ビームが、基板の各端部に取り付けられる。したがって、静電引力が印加された時、ビームは、ビームのほぼ中心の点がビームに隣接して配置された平行金属トレースの1つに接触するようにU字形構成に撓む。そのような構成において、RF入力ビームの一端に付加される。

そのような構成により満足できる性能がもたらされるが、そのような構成は、比較的高いRF出力損失をもたらしと共にスイッチのRF出力機能を低減する比較的高いインピーダンス(すなわち、比較的高い誘導性及び抵抗性)を有する。

## 【0004】

そのようなスイッチの高いRF出力損失の問題を解決するために、ミリ波及びマイクロ波に使用するための「MEMS」技術を適用した容量型スイッチが開発された。このような容量型スイッチは、下部電極、誘電体層、及び可動金属膜を含む。静電力を使用して可動金属膜を動かし、誘電体層とスナップ式に接触させて容量型スイッチを形成する。これらの容量型スイッチの例は、「IEEEマイクロ波及び誘導波レター」、第8巻、第8号、269～271ページ、1998年8月発刊に掲載されたゴールドスミス他の論文「低損失RF「MEMS」容量型スイッチの性能」と、「IEEEマイクロ波及び誘導波レター」、第9巻、第12号、520～522ページ、1999年12月発刊に掲載されたフィランズ他の論文「Ka帯域のRF「MEMS」移相器」とに開示されている。このような容量型スイッチは、ミリ波及びマイクロ波周波数では適度な性能をもたらすが、容量型スイッチの誘電体層が電荷を保持するので、それが市販用途に適さないことが公知である。

## 【0005】

【特許文献1】米国特許第6,218,911号

【非特許文献1】ゴールドスミス他著「低損失RF「MEMS」容量型スイッチの性能」、「IEEEマイクロ波及び誘導波レター」、第8巻、第8号、269～271ページ、1998年8月

【非特許文献2】フィランズ他著「Ka帯域のRF「MEMS」移相器」、「IEEEマイクロ波及び誘導波レター」、第9巻、第12号、520～522ページ、1999年12月

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

すなわち、容量式スイッチングに付随する問題を回避する真の金属間接触をもたらしと共に、公知のRFスイッチに対して増大したRF出力処理能力をもたらしRFスイッチに

対する必要性が存在する

【課題を解決するための手段】

【0007】

要約すると、本発明は、ミリ波と30GHz及びそれ以上のより高い周波数での使用に適するRFスイッチの種々の実施形態に関する。スイッチの全ての実施形態は、スイッチのRF出力損失を低減してそのRF出力処理能力を向上させるために、スイッチ構造の50オーム伝送線ではない部分を減らすように構成される。本発明の4つの実施形態は、接地スイッチとして構成される。接地スイッチ実施形態のうちの二つは、平面エアブリッジを用いて構成される。これらの実施形態は、両方とも、接地されたストップの導入により伝送線及び接地間のエアブリッジの導電パス長が短くなるように構成される。他の二つの接地スイッチ実施形態は、高架金属シーソーを含む。これらの実施形態において、接地に対して短くされた経路には、シーソー構造の大きさ及び位置を適切に決めることにより比較的低いインダクタンスがもたらされる。最後に、広帯域パワースwitchの実施形態は、信号を運ぶのにエアブリッジの小さな部分だけを利用するように構成される。比較的短いパス長は、スイッチのRF出力損失を低減して公知のRFスイッチに対してRF出力処理能力を増大させる比較的低いインダクタンス及び電気抵抗をもたらす。

本発明の上記及び他の利点は、以下の詳細と添付図面を参照して容易に理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明によるミリ波スイッチの種々の実施形態を図1～図8に示す。特に図1と図2は、平面エアブリッジを組み込む接地スイッチを示す。図3Aと図4は、トーションバーにより二つの固定ポストの間に連結された高架シーソーを用いて形成された接地スイッチの代替実施形態を示す。図5～図7は、例えば単極双投型(single pole double throw)スイッチとして示す広帯域パワースwitchの実施形態を示す。図8は、一对の横断エアブリッジを用いて形成された以外は図7に示すのと同じ広帯域パワースwitchの実施形態を示す。

【0009】

全ての実施形態において、伝送線及び接地間のパス長は、公知のRFスイッチに比べて短縮される。これらのパス長を短縮することにより、構造体の電気抵抗及びインダクタンスは低くなり、それによってスイッチのRF出力損失が低下してその出力処理能力が向上する。

【0010】

図1と図2に示す平面エアブリッジで形成された接地スイッチの二つの実施形態は、ミリ波周波数と30GHz及びそれ以上の高周波数でのRFスイッチとして有効である。これらの実施形態は、両方とも、本明細書において引用により組み込まれる、例えば本出願人が有する米国特許第6,218,911号に開示されており、超小型電子機械スイッチ(microelectro-mechanical switch: MEMS)技術を利用して製造することができる。図1は、横断エアブリッジを用いる実施形態であり、一方、図2は、平行エアブリッジを用いて構成される。以下に更に詳細に説明されるように、両方の実施形態では、伝送線及び接地間のブリッジ内の導電経路を短くしてスイッチのインピーダンス及びRF出力損失を小さくする、接地されたストップが使用される。

【0011】

図1には、ミリ波接地スイッチの第1の実施形態が示されており、その全体を符号20によって示す。接地スイッチ20は、基板(図示しない)に取り付けられる二つの端部ポスト24及び26の間に形成された、例えば幅2ミクロン、厚さ2ミクロン、及び長さ300ミクロンのエアブリッジビーム22を含む。端部ポスト24及び26は、接地される。基板(図示しない)によって担持されるマイクロストリップ伝送線25は、エアブリッジビーム22を横断するように形成される。この実施形態では、マイクロストリップ伝送線25の一端にRF入力印加され、マイクロストリップ伝送線25の反対端でRF出力



が取り出される。動作に際し、図示のようにミリ波スイッチ20の撓み又は作動がない状態の間は、マイクロストリップ伝送線25に印加されたRF入力は、影響を受けずに通過する。しかし、以下により詳細に説明するように、ミリ波スイッチ20の作動は、マイクロストリップ伝送線25を実質的に接地させ、それによってRF入力の100%を反射する。すなわち、開スイッチと同じように作用する。

【0012】

固定RF接点27は、例えば、マイクロストリップ伝送線25又はインピーダンスが約50オームの同一平面上のRF伝送線（図示しない）上に形成される。接点27は、ビーム22を、マイクロストリップ伝送線25の作動位置に接続させる。本発明の重要な態様として、例えば図示するようにマイクロストリップ伝送線25に隣接して1つ又はそれ以上の接地ストップ28及び30が形成され、エアブリッジ22のパス長が実質的に短縮され、それによってスイッチ20のインピーダンス及びRF出力損失が小さくなる。図示のように、接地ストップ28及び30は、エアブリッジ22から見て固定RF接点27と同じ側に形成される。

【0013】

接地ストップ28及び30を適切に配置することにより、有効パス長を約50ミクロン又はそれ以下に形成することができる。比較的短いパス長により、ミリ波周波数までのマイクロストリップ伝送線25に対する比較的良好なRF接地がもたらされる。したがって、RF接地は、マイクロストリップ伝送線25にビーム22が引き寄せられる時にマイクロストリップ伝送線内に効果的なRF反射を作り出し、Kaバンド移相器のような回路内の効果的なスイッチングを可能にする。対照的に、本出願人所有の米国特許第6,218,911号に開示されたRFスイッチのパス長は、エアブリッジの長さの約半分又は約150ミクロンである。

【0014】

二つの制御パッド32及び34が設けられる。これらの制御パッド32及び34は、静電力によって撓みを生じさせるのに用いられる。したがって、各制御パッド32及び34にバイアス電圧が印加されると、ビーム22は、静電力によって撓み、それによって固定RF接点27と固定接地ストップ28及び30とに電気的に接続され、マイクロストリップ伝送線25から接地までの比較的短い経路が生成される。

【0015】

1つ又はそれ以上の任意選択の制御パッド36及び38をビーム22の左側（図1）に追加し、また、1つ又はそれ以上の付加的な接地ストップ40及び42を追加することによって、接地スイッチ20の信頼性を向上させることができる。追加の制御パッド36及び38と接地ストップ40及び42とにより、ビーム22がくっついている場合には、力で作動位置から離すことができる。更に、付加的な制御パッド36及び38と接地ストップ40及び42とにより、スイッチは、各方向に同じ量だけ撓んで両方向に対称的に動くことが可能になり、各方向への同じ量の撓みは、ビーム22における永続的な撓みの発生をも防止する傾向がある。別のやり方として、ブリッジが右に引かれた時にはスイッチが接地され、ブリッジが左に引かれた時にはスイッチが非接地になるように、ストップ40及び42を電気的に「フローティング」状態に構成することもできる。

【0016】

接地スイッチ20の他の実施形態を図2に示す。図2に示すように、全体を符号44で示す接地スイッチは、図示しない基板上に形成されたマイクロストリップ伝送線46に隣接してほぼ平行に配置されている。接地スイッチ44は、接地スイッチ20と同じように動作する。

【0017】

エアブリッジ48は基板（図示しない）の上に形成され、例えば基板上に金属を2ミクロン蒸着して形成された二つの端部ポスト50及び52により、その基板に接続される。この実施形態では、エアブリッジのビーム48は、マイクロストリップ伝送線46と平行である。マイクロストリップ伝送線46とビーム48との間には、端子54が形成されて

いる。端子54の反対側の位置には、ビーム48に隣接して接地ストップ56が設けられている。接地ストップ56と同じ側には、ビーム48に隣接して制御パッド58が配置されている。

【0018】

正又は負のいずれかのバイアス電圧が制御パッド58に印加されると、ビームの左側（すなわち、図2に示すように、接地ストップ56の左側のビーム部分）は、制御パッド58に引き寄せられる。ビームの剛性のために、ビーム48は、右側部分がマイクロストリップ伝送線46の方向に撓むように振じられ、マイクロストリップ伝送線46上の端子54及び接地ストップ56と接触する。この位置では、マイクロストリップ伝送線46は、エアブリッジの全長の僅かに約25%の長さを用いて接地と接続する。パス長を約25%まで減らすことにより、ミリ波スイッチ44のRF出力損失は小さくなり、出力処理能力が向上する。

【0019】

図3Aと図4は、接地に対して相対的に短いパスを形成することによってインダクタンスを相対的に低くした、シーソー構造とされた本発明の他の実施形態に係る接地スイッチを示す。シーソー型スイッチの場合の短いパス長は、シーソー構造の大きさ及び位置を適切に決めることによって可能になる。特に、シーソーの幅寸法が相対的に広くなると、インダクタンスは相対的に低くなる。したがって、インダクタンスを低くすることにより、ミリ波スイッチ60は、より低いRF出力損失を有することになる。図3に示す実施形態では、シーソー構造は伝送線にまたぐようになっていて、両端で伝送線を接地する。図4に示す実施形態では、シーソーは、伝送線の一方向の側に配置され、当該一方の側を接地する。

【0020】

図3Aには、全体を符号60で示したシーソー型接地スイッチの第1の実施形態が示されている。この実施形態では、高架金属シーソー62が設けられている。シーソー62は、基板（図示しない）に取り付けられるマイクロストリップ伝送線64の上方に位置する。シーソー62は、一对のトーションバー68及び70を通じて基板に結合された二つの固定ポスト65及び66に取り付けられる。端部ポスト65及び66は接地される。したがって、伝送線64の長手軸とはほぼ垂直となる端部ポスト65及び66を通る軸の周りをシーソー62が時計回り又は反時計回りに回転すると、マイクロストリップ64は、シーソー62を通じて接地される。

【0021】

種々の制御パッド72、74、76、及び78を設けることができる。これらの制御パッド72～78は、シーソー62の真下の基板上に配置される。制御パッドにバイアス電圧が印加されると、静電気の引力がシーソー62を回転させる。より詳細には、バイアス電圧が制御パッド72及び76に印加されると、シーソー62は、時計回りの方向に回転する。同様に、バイアス電圧が制御パッド74及び78に印加されると、シーソー62は、反時計回りの方向に回転する。以下に詳細に説明するが、シーソー62は、時計回り又は反時計回りの全回転位置において制御パッド72～78のいずれとも接触しない。

【0022】

このような構成によって、機械的プッシュプル構造がもたらされる。したがって、スイッチ60が1つの位置にくっついた時は、くっついた位置の制御パッドからバイアス電圧を除去し、反対の制御パッドにバイアス電圧を印加することによって、それを通常の位置に戻すことができる。例えば、スイッチがある位置に貼り付いて、それによりシーソー62が時計回りの位置に貼り付いた場合には、制御パッド72及び76からバイアス電圧を除去し、制御パッド74及び78に印加する。バイアス電圧を制御パッド74及び78に印加することにより、シーソー62を反対の反時計回りの方向に回転させ、シーソー62を停止位置に戻す。

【0023】

図1と図2に示す接地スイッチのように、スイッチ60はまた、RF入力信号を接地さ

せ、したがってマイクロストリップ伝送線64のための接地スイッチとして使用することが可能である。シーソー62の真下のマイクロストリップ64上には、端子を形成することができる。この端子(図示しない)は、接触点として使用することができる。

【0024】

ミリ波スイッチ60が時計回りに作動する時に、シーソー62が制御パッド72及び76と接触するのを防ぐために、基板上のシーソー62右側端部の下に、電氣的に「フローティング」のストップ80及び82を任意的に設けることができる。これらのストップ80及び82は、図3Bに示すようにスイッチが時計回りの非接地位置にある時、シーソー62がマイクロストリップ伝送線64と接触するのを防ぐ。バイアス電圧が制御パッド74及び78に印加されているときは、スイッチ60は図3Cに示すように反時計回りの位置に回転し、シーソー62はマイクロストリップ伝送線64を接地させる。接地スイッチのスイッチ60を開くために、バイアス電圧が相対する制御パッド72及び76に印加されて、それらが次にシーソー62を時計回りの方向に回転させるので、シーソー62の左側(図3A)とマイクロストリップ伝送線64との間の接続が切り離される。接地されていないストップ80及び82は、バイアス電圧が対向する制御パッド72及び76に印加されたときに、シーソーがマイクロストリップ伝送線64と再接触するのを防ぐ。

【0025】

シーソー62には、任意選択的に1つ又はそれ以上の開口84を設けることができる。開口84によって製造工程を容易にすると共に、スイッチ60の作動速度が速くなる。特に、開口84により製造時に必要な犠牲層の除去が簡単になる。更に、開口84は、大気中の抵抗を小さくすると共に質量を小さくするので、スイッチをより高速にすることができる。

【0026】

全体を符号86で示す図4の実施形態は、ミリ波接地スイッチ86がマイクロストリップ伝送線88に隣接して配置された点を除いて、図3Aに示す実施形態と類似している。この実施形態では、シーソーは、マイクロストリップ88の長手軸とほぼ平行な軸の周りに回転する。この実施形態は、制御パッドに対してより多くの空間を可能にして、より低い電圧でのスイッチングも考慮するが、それ以外は図3Aに関連して説明し図示したミリ波スイッチ60と実質的に同じである。

【0027】

図5～図8は、単極双投型スイッチとして構成された広帯域パワースwitchを示す。広帯域パワースwitchは、比較的高い周波数で動作させることができるばかりでなく、比較的高いRF出力も有することができる。図5～図7は、広帯域パワースwitchの一実施形態を示し、図8はそれとは別の実施形態を示す。

【0028】

図5～図7では、本発明に係る広帯域パワースwitchの全体を符号100で示してある。図5～図7に示す実施形態は、単一RF入力マイクロストリップ伝送線と二つのRF出力マイクロストリップ伝送線とで形成された単極双投型スイッチに関する。単一入力マイクロストリップ伝送線と単一出力マイクロストリップ伝送線とを含む単極単投のような他の構成も想定される。

【0029】

図5は、バイアス電圧が印加されていない状態の広帯域パワースwitch100を示す。広帯域パワースwitch100には、複数のマイクロストリップ伝送線104、106、及び108とほぼ横断方向に形成され、かつエアブリッジとして形成された横断ビーム102が含まれている。マイクロストリップ伝送線104は、RF入力線を形成し、マイクロストリップ伝送線106及び108は、それぞれ、RF出力1及びRF出力2からなるRF出力線を形成する。図1～図4に図示した接地スイッチとは異なり、広帯域パワースwitch100は、RF入力伝送線104を選択的に二つのRF出力伝送線106及び108のうちの一方に接続する単極双投型スイッチである。

【0030】



エアブリッジビーム102は、各端部に厚い金属層で基板（図示しない）上に直接形成された端部ポスト110及び112によって、基板にしっかりと取り付けられてる。端部ポスト110及び112の一方又は両方は、RF接地インピーダンス114によって終端することにより接地に接続されてチャージフローを可能にし、制御パッドは、これによりエアブリッジビーム102を引き付けることができる。

【0031】

図に示すように、入力マイクロストリップ伝送線104には二つの端子118及び120が形成され、出力RF伝送線106及び108の各々には一つの端子116及び122がそれぞれ形成される。更に、ビーム102の一方の側に端子116及び118が形成され、ビーム102のその反対側に端子120及び122が形成されている。端子116、118、120、122は、マイクロストリップ伝送線104、106、108の上に追加のメタライゼーション層により形成され、その高さは、ビーム102が図5に対し右側又は左側に撓んだ時にビーム102と接触できる高さとなる。

【0032】

静電力によってビームを撓ませるために、複数の制御パッド124、126、128、及び130が設けられている。特に、制御パッド124及び128は、ビーム102の一方の側に形成され、制御パッド126及び130は、ビームのその反対側に形成される。図6に示すように、制御パッド126及び130にバイアス電圧を印加すると、ビーム102は右側に撓み、ビームは端子120及び122に接触し、これによりRF入力マイクロストリップ伝送線104はRF出力マイクロストリップ伝送線108に接続する。同様に、図7に示すように制御パッド124及び128にバイアス電圧を印加すると、ビーム102は左側に撓んで、RF入力伝送線104上の端子118は、RF出力伝送線106上の端子116と接続する。

【0033】

広帯域パワースイッチの別の実施形態を図8に示す。この実施形態は、二つの横断ビーム142及び144を含むことを除いて、図5～図7に示す実施形態と類似している。広帯域パワースイッチ140には、複数の端子148、150、152、154を備えた入力RFマイクロストリップ伝送線146が含まれている。二つの出力RF伝送線が設けられている。第1の出力RF伝送線156には、一对の端子160及び162が設けられている。第2のRF出力伝送線158には、一对の出力端子164及び166が形成されている。

【0034】

ビーム142及び144は、複数の端部ポスト168、170、172、174によって各端部上で基板（図示しない）にしっかりと取り付けられる。ビーム142及び144に撓みを生じさせるために、複数の制御パッド176、178、180、182、184、186、188、190が設けられている。制御パッド176～190に様々なバイアス電圧を印加することによって、ビーム142及び144に撓みが生じ、RF入力伝送線146上の所望の端子148、150、152、154を、RF出力伝送線156及び158上の端子160、162、164、166と接続させることができる。図示するように、制御パッド176、180、184、188にバイアス電圧を印加することにより、ビーム142及び144が左側（図8）に撓む。この撓みにより、RF入力端子148及び152は、RF出力伝送線156上の端子160及び162に接続される。同様に、制御パッド178、182、186、190にバイアス電圧を印加することにより、ビームは右側に撓む。この撓みにより、RF入力端子150及び154は、RF出力伝送線158上の端子164及び166に接続される。

【0035】

平面エアブリッジの接地スイッチ、シーソーススイッチ、及び広帯域パワースイッチの製造の詳細を図9A～図9Jに示す。図9A～図9Jは特に、図1～図8に示すエアブリッジ及びシーソーススイッチの両方を形成する典型的な工程を示す。図10A～図10Cは、図3Aと図4に示すシーソーススイッチのメタライゼーション層を示す。

## 【0036】

図9A～図9Jを参照する。この工程は、薄いメタライゼーション層200をウェーハ又は基板202上に堆積することによって開始される。「金属1」として示したメタライゼーション層200は、従来からの技術によって付加することができる。メタライゼーション層200は、例えば1,000オングストロームの厚さに堆積させることができる。

## 【0037】

図10Cに示すように、「金属1」層200は、エアブリッジの下の相互接続部の形成に用いることができる。例えば、図1と図2に示すエアブリッジ分路スイッチ及び図5～図8に示す広帯域パワースwitchの実施形態では、ブリッジの下の伝送線を継続させるために薄い金属層200が使用される。フォトレジスト層204を、図9Bに示すように「金属1」層200の上に堆積させる。フォトレジスト層204は、従来からの技術によって「金属1」層200上に回転塗布する。次に、フォトレジスト層204を図9Cに示すようにパターンニングして現像する。その後「金属1」層200をエッチングし、続いてフォトレジスト層204を図9Dに示すように取り除く。第2のフォトレジスト層206を、図9Eに示すように付加する。図9Fに一般的に示すように、第2の犠牲フォトレジスト層206を、パターンニングして堅焼きする。堅焼きは、次の処理段階での現像が防止するために行われる。次に、図9Gに一般的に示すように、第3のフォトレジスト層208を、基板202、「金属1」層200、及び第2のフォトレジスト層206の上に回転塗布する。次に、第3のフォトレジスト層208を図9Hに一般的に示すように、第2の金属層の「金属2」のためにパターンニングする。第3のフォトレジスト層208がパターンニングされた後、その上に全体的に参照番号210で特定された第2の金属層の「金属2」を、従来からの技術によって堆積させる。

## 【0038】

第2の金属層210は、例えば20,000オングストロームの比較的厚い金属層であり、エアブリッジと、このブリッジと同じ高さになる必要がある隆起接点とを形成するために使用される。厚い金属層210はまた、電気抵抗を小さくするために、ブリッジ及び他の電極から離して伝送線上に堆積される。最後に、図9Jに示すように、第2のメタライゼーション層210が「離昇(lifted off)」されて除かれ、フォトレジストが洗い流されて、基板上の「金属1」に接触する金属の部分だけが残る。

## 【0039】

図3A及び図4に示すようなシーソースイッチを作る工程は、図9A～図9Jに示すものと同じである。特に、例えば2,000オングストロームとすることができる「金属1」として特定された薄い金属層は、直接基板上に堆積される。例えば20,000オングストロームの「金属2」として特定された比較的厚い金属層は、犠牲フォトレジスト層206を使用することにより、それぞれの位置で持ち上げられる。第2の金属層210は、シーソー及び二つのトーションバーのために持ち上げられる。参照番号200で特定された「金属1」層は、それ自体シーソーの下相互接続部のために使用され、そのために、それはシーソーに接触することなく通過する。例えば、図3Aにおいて、シーソーの下の伝送線を継続させるために薄い金属層の「金属1」が使用される。薄い層の「金属1」はまた、制御電極のためにも使用することができる。厚い金属層の「金属2」はまた、電気抵抗を少なくするために、シーソー及び他の電極から離して伝送線上に堆積させることができる。

## 【0040】

図10A～図10Cは、図3A及び図4に示すシーソー型スイッチを形成する金属層である「金属1」及び「金属2」の配置を示す。

明らかに、以上の教示に鑑みて本発明の多くの変更及び変形が可能である。特に、各実施形態は、マイクロストリップ線の代わりに共面線を用いて構成することができる。すなわち、特許請求の範囲内において、上記で特に説明したもの以外で本発明を実施し得ることが理解されるものとする。

## 【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】平面エアブリッジで形成された接地スイッチの平面図である。

【図2】図1に示す平面エアブリッジを有する接地スイッチの他の実施形態の平面図である。

【図3A】トーションバーにより二つの固定ポスト間に取り付けられた高架金属シーソーにより接地スイッチとして形成された別の実施形態の平面図である。

【図3B】時計回りの位置で示す、図3Aに解説した実施形態の立面図である。

【図3C】反時計回りの位置で示す以外は図3Bと類似の図である。

【図4】図3に示す接地スイッチの代替実施形態の平面図である。

【図5】横断エアブリッジに制御バイアスが付加しない状態で示す、本発明の他の実施形態による単極双投式広帯域パワースwitchの平面図である。

【図6】右側制御電極にバイアスが付加された状態で示す以外は図5と類似の図である。

【図7】左側制御電極にバイアスが付加された状態で示す以外は図5と類似の図である。

【図8】二つのエアブリッジで構成された以外は図5と類似の図である。

【図9A】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9B】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9C】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9D】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9E】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9F】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9G】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9H】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9I】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図9J】図1～図4に示すエアブリッジ及びシーソー型Switchを製作するための例示的な処理流れを示す図である。

【図10A】図3及び図4に示すシーソー型Switchに対する種々の金属層を特定する図である。

【図10B】図3及び図4に示すシーソー型Switchに対する種々の金属層を特定する図である。

【図10C】図3及び図4に示すシーソー型Switchに対する種々の金属層を特定する図である。

【符号の説明】

【0042】

20 接地スイッチ

22 エアブリッジビーム

24、26 端部ポスト

25 マイクロストリップ伝送線

27 固定RF接点

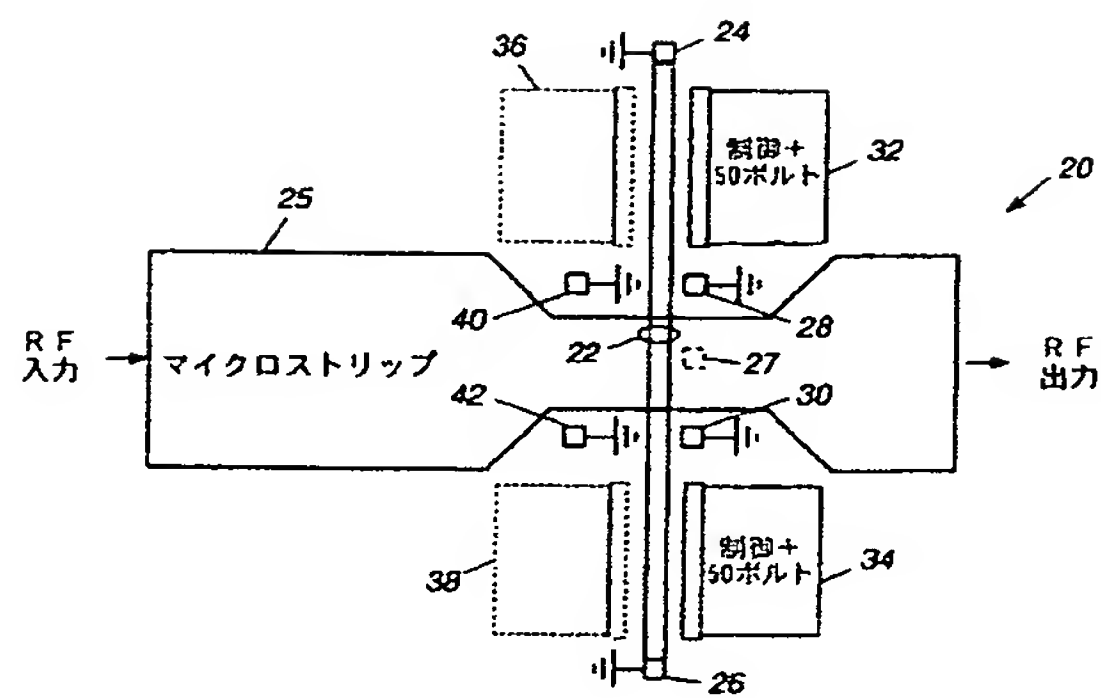
28、30 接地ストップ

32、34 制御パッド

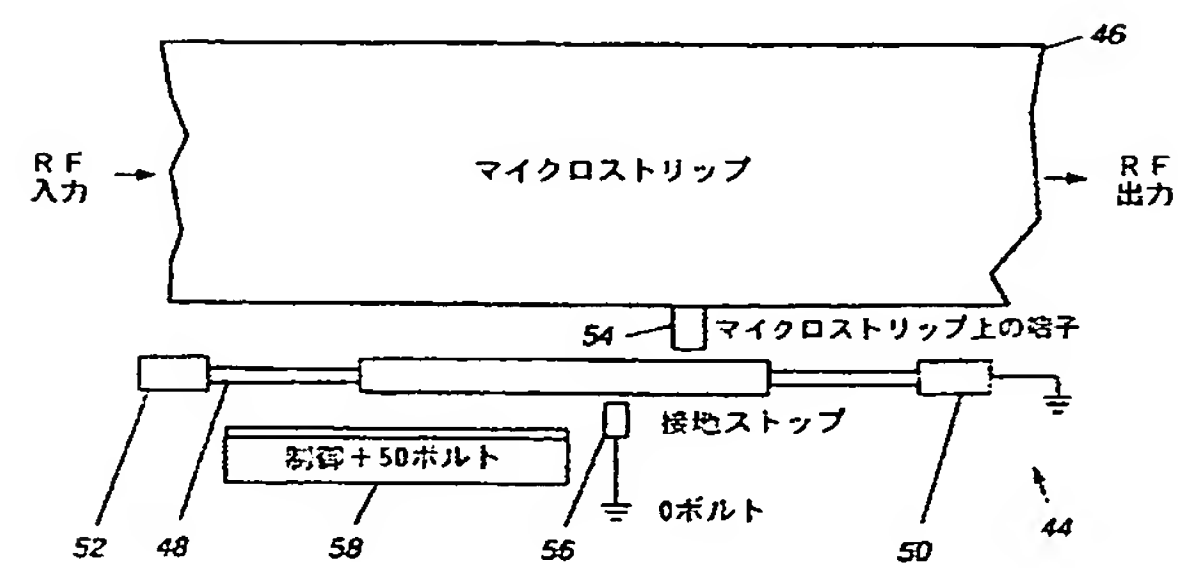
36、38 付加的な制御パッド

## 40、42 付加的な接地ストップ

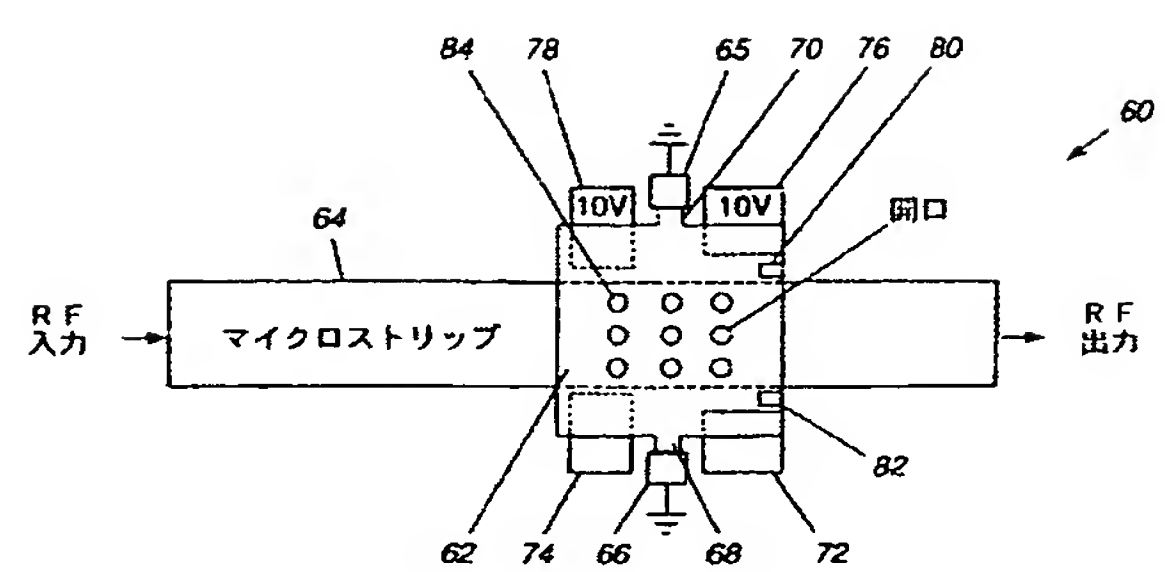
【図1】



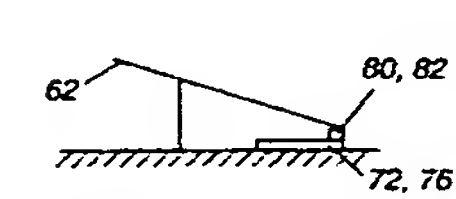
【図2】



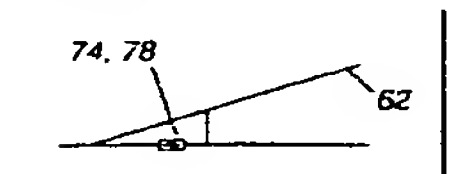
【図3A】



【図3B】

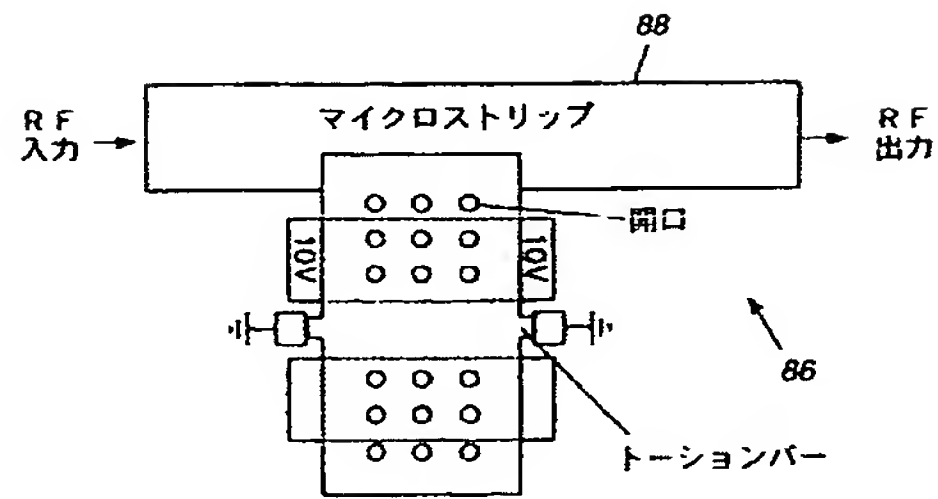


【図3C】

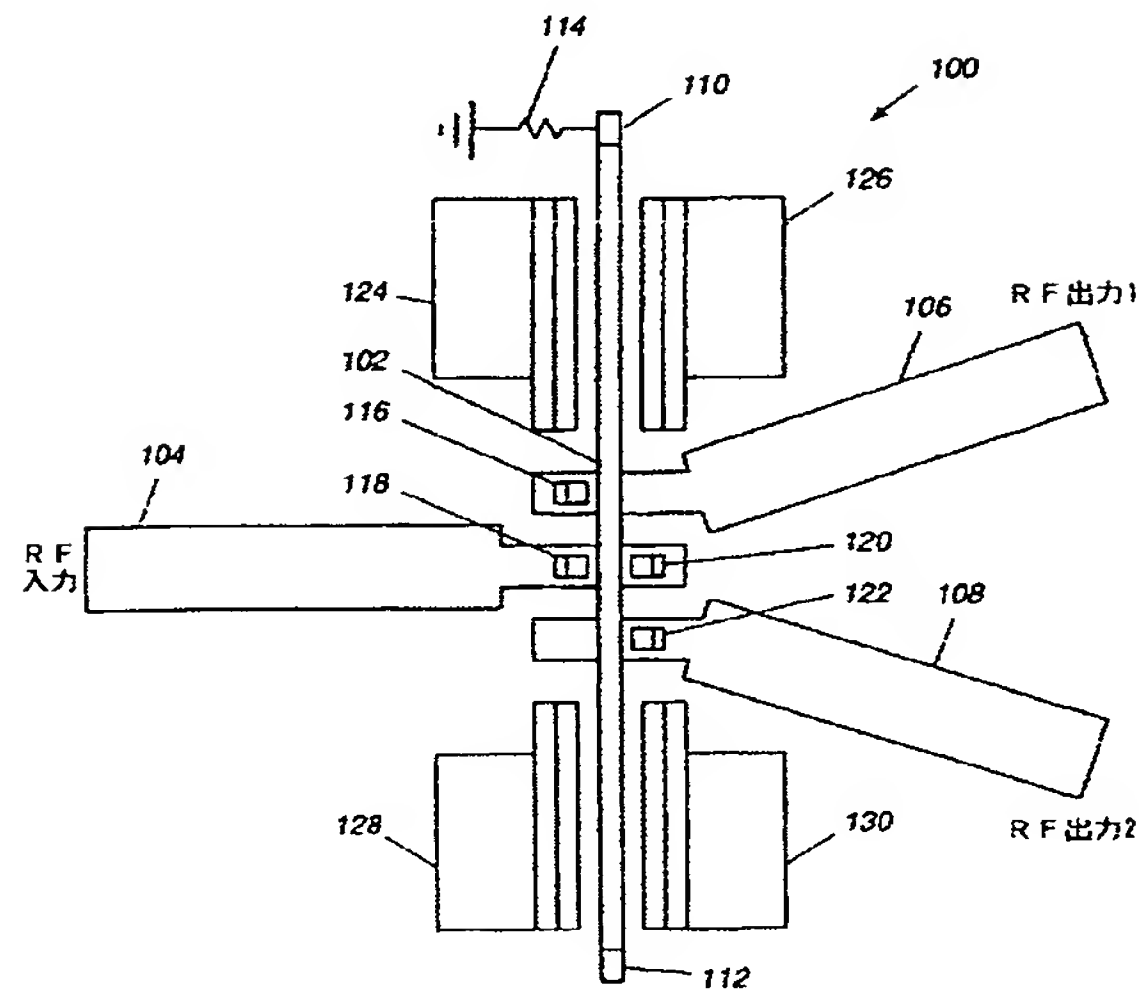




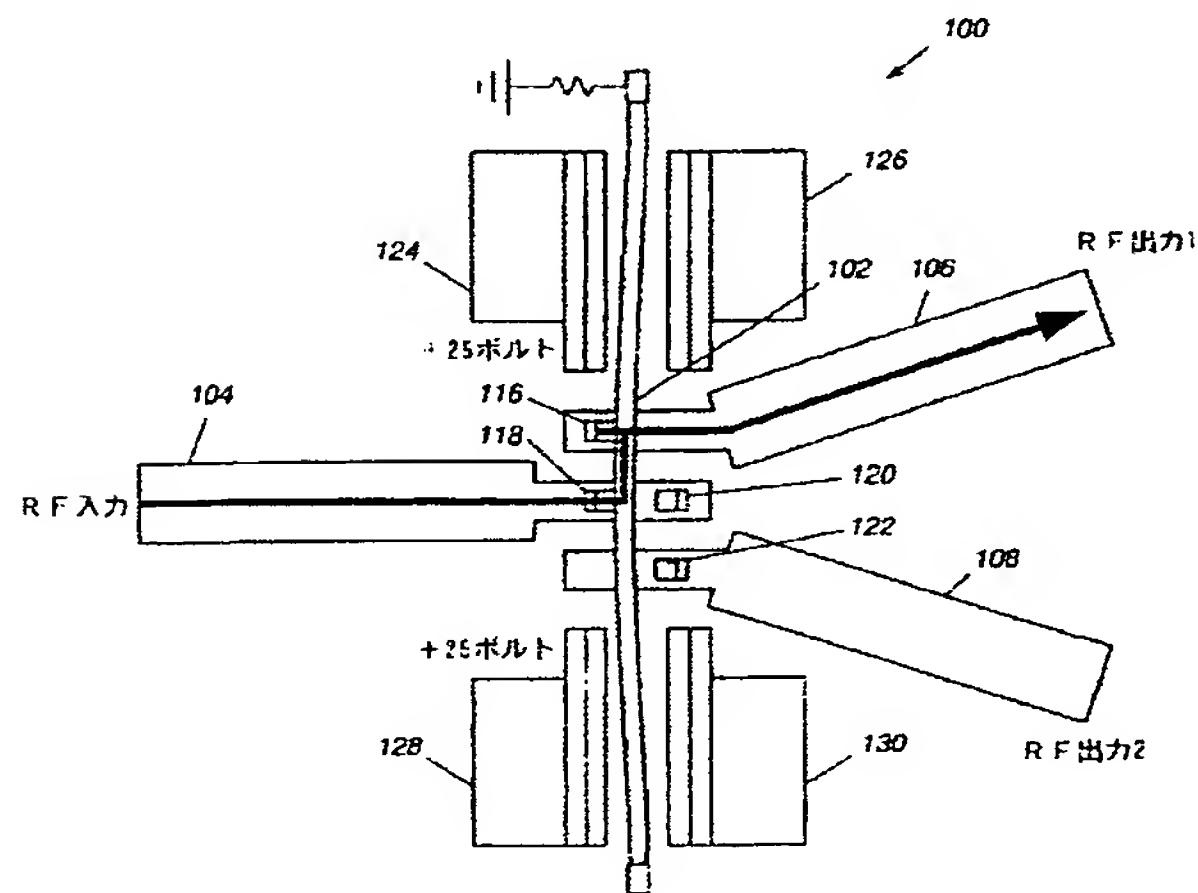
【図4】



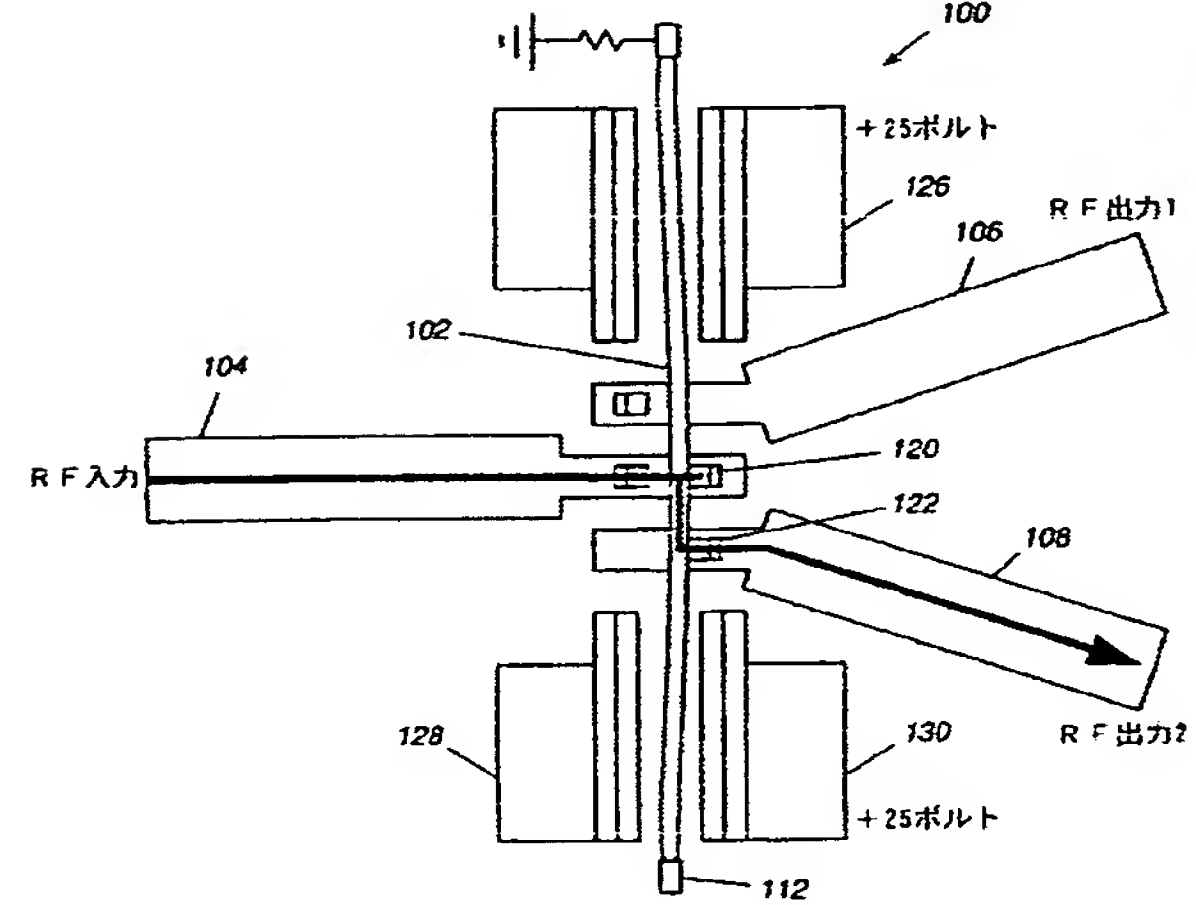
【図5】



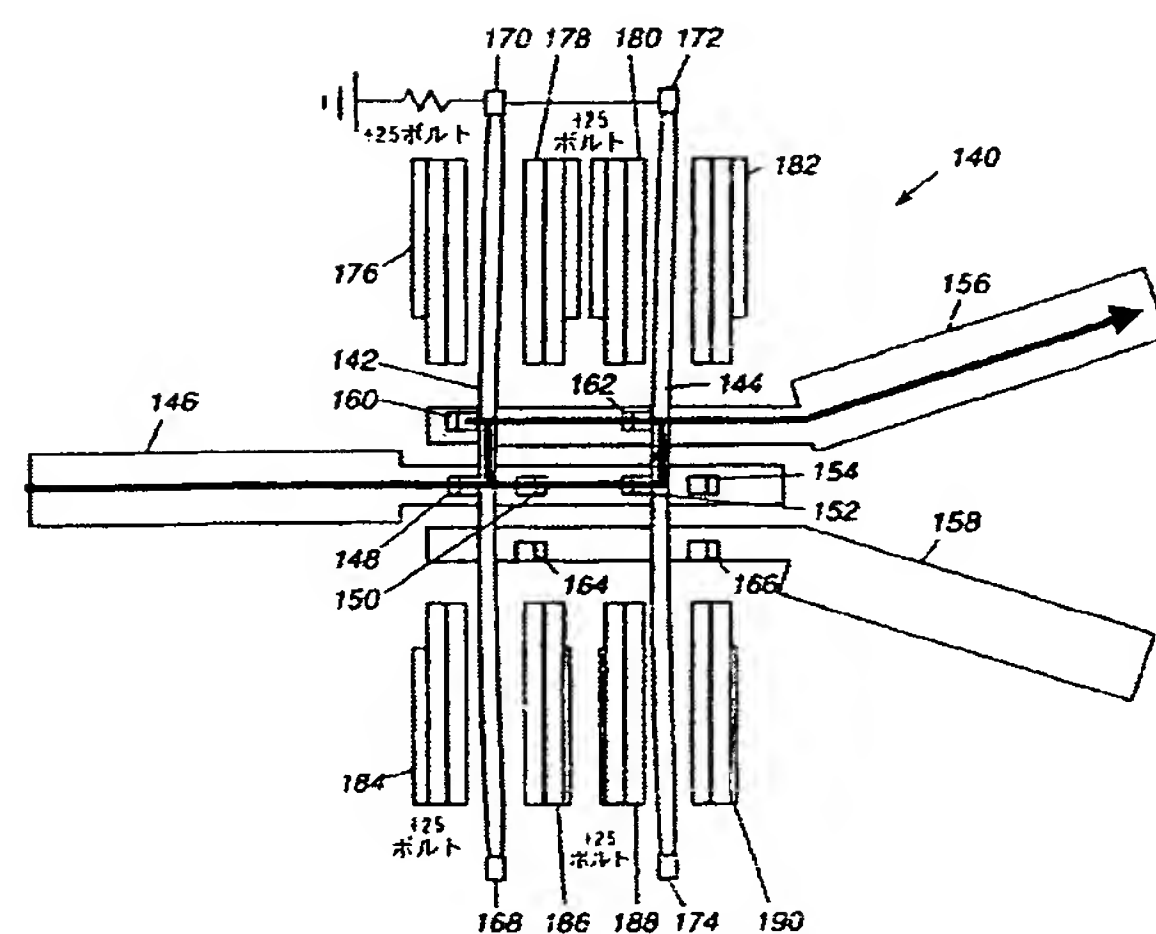
【図7】



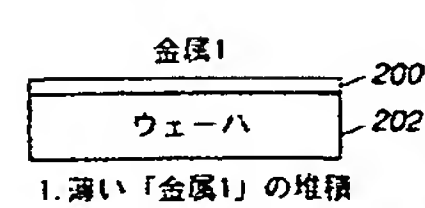
【図6】



【図8】



【図9A】





(72)発明者 ロバート ビー ストークス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90275 ランチョ パロス ヴェルデス スタディア  
ヒル レーン 29329

(72)発明者 オルヴィン エム コン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92066 マンハッタン ビーチ ウェンディー ウェイ  
2000

Fターム(参考) 5J012 AA06